

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В АМОРФНЫХ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ОБЛУЧЕНИЯ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОТОКОМ В-ЧАСТИЦ.

Новиков Г.В.

Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Чиванов А.В.

Тамбовский государственный университет им. Г.Р.Державина, г. Тамбов.

e-mail: feodorov@tsu.tmb.ru

Проведение исследований физических, химических и механических свойств материалов, а также возможность влиять на эти свойства является необходимым условием при разработке перспективных технологий. Среди широкого круга физических принципов, на основе которых должны разрабатываться новые инструменты, особое внимание уделяется сфокусированным пучкам заряженных частиц низких энергий. В первую очередь это связано с тем, что размер сфокусированного пучка возможно варьировать от единиц, до долей миллиметра. Поэтому за счет взаимодействия частиц пучка с веществом можно локально модифицировать его свойства в микромасштабах.

Для проведения исследований использовали ленты аморфного сплава на основе Со (80%) – АМАГ-180 и нанокристаллического сплава на основе Fe (73,5%) – АМАГ-200.

В зоне воздействия потока β - частиц, при больших временах облучения наблюдали образование кратера (в случаях малого времени воздействия), в ряде случаев разрушение образца.

Исследования показали, что микротвердость всех образцов монотонно увеличивается по мере приближения к области воздействия пучка (рис. 1).

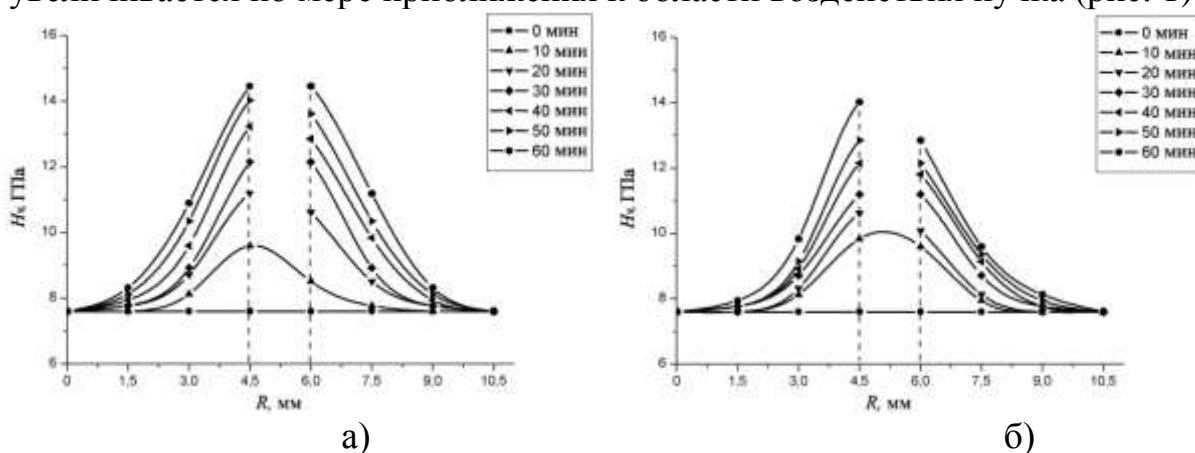


Рис. 1. Изменение микротвердости тонких лент в зависимости от времени облучения: а) аморфного сплава; б) нанокристаллического сплава.

На графиках штрихпунктирными линиями обозначено место образования кратера в зоне воздействия потока β - частиц. Каждая точка на графике соответствует усредненным данным по 5 образцам.

Увеличение микротвердости, является следствием совместного действия низкоэнергетических β - частиц и нагрева, возникающего при взаимодействии электронов с поверхностью металлических сплавов, и связано с образованием различного рода дефектов в зоне воздействия, таких как зерна, границы зерен, а также со структурными превращениями в сплавах, например рост микрокристаллов на поверхности сплава [1].

О характере структурных изменений судили по морфологическим особенностям деформации и разрушения сплавов в зоне воздействия индентора. При этом формировались характерные картины разрушения: отпечаток от индентора окруженный трещинами ориентированными параллельно его сторонам, что является следствием процесса охрупчивания аморфных и нанокристаллических сплавов. Чем ближе проводилось микроиндентирование к области воздействия, тем выраженнее характер разрушения образца, увеличивалось количество радиальных прямых трещин, часть из которых может объединяться с кольцевыми трещинами, вплоть до выхода трещин на грани образца [2].

Процессы, протекающие в приповерхностных слоях аморфных сплавов, относительно мало изучены. В данной работе наблюдали зеренную и дендритную кристаллизацию поверхности в нанокристаллическом сплаве на основе Fe на контактной и зеренный тип кристаллизации у аморфного сплава на основе Co с неконтактной стороны. Обнаружен рост микрокристаллов, которые образовывались в зоне действия сфокусированного пучка β - частиц.

После облучения на поверхностях контактной и не контактной сторон появляются структурные неоднородности. На неконтактной стороне ленты, после облучения исчезает рельеф в зоне воздействия пучка. Размеры кристаллов на обеих поверхностях лент достигают ~ 10 мкм.

На поверхности сплавов в результате воздействия сфокусированного пучка электронов наблюдали образование пленки из твердого вещества, предположительно образующейся из осаждения паров атомов сплава возбужденных электронным пучком. При исследовании морфологии поверхности образца на оптическом микроскопе, наблюдали интерференционные картины двух видов: картина, образованная в результате воздействия β - частиц, и картина, образованная в результате воздействия индентора.

Размеры участка поверхности покрытого пленкой, зависит от времени облучения и от выбора сплава. При облучении аморфного сплава в течение 60 минут диаметр пятна поверхности покрытого образующейся пленкой, составляет порядка 300 мкм.

Спектральный анализ образцов показал, что весовой состав аморфного сплава изменяется (см. Таблица 1.)

Элемент		g	i	a	r	n	e	o	i
1)	.29	.66	.7	.23	.63	.15	.06	9.6	.68
2)	.75	.64	.85	.16	.78	.15	.33	5.25	.03
Δ	.54	.02	1.15	.07	0.15		0.27	5.65	0.41

Таблица 1. 1) Процентно-весовой состав пленки; 2) Процентно-весовой состав необлученного образца; Δ- изменение процентно-весового состава.

Исследование образцов на растровом микроскопе, показало, что толщина пленки колеблется в пределах $\sim 0,1 \div 0,35$ мкм.

Установлены морфологические особенности макрокартин деформирования и разрушения ленточных образцов аморфных и нанокристаллических сплавов, подвергнутых воздействию β - частиц, в зависимости от величины прикладываемой нагрузки и времени облучения.

По характеру морфологических особенностей, можно судить о температуре в зонах индентирования.

Исследование макрокартин деформирования и разрушения аморфных и нанокристаллических сплавов позволяет судить о температурах нагрева и протекающих превращений в тех или иных областях, в силу их подобия картинам разрушения и деформирования, полученных при регламентированном печном отжиге. Изменение химического состава облученной поверхности является следствием поверхностных превращений в образцах.

Литература

1. Капустин А.Н., Федоров В.А., Яковлев А.В. Действие нагрева и лазерного излучения на эволюцию механических свойств металлических стекол // Перспективные материалы. – 2007.– Т. 2 – С. 333–337.
2. Пермякова И.Е. Эволюция механических свойств и особенности кристаллизации металлического стекла системы Co-Fe-Cr-Si подвергнутого термической обработке: дис. канд. физ.-мат. наук / Белгород. – 2004. – 138 с.